

## **DE2551234**

Publication Title:

DE2551234

Abstract:

Abstract not available for DE2551234 Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

*This Patent PDF Generated by Patent Fetcher(TM), a service of Stroke of Color, Inc.*

51

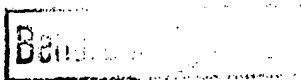
Int. Cl. 2:

C 25 B 9/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DT 25 51 234 A1



11

# Offenlegungsschrift 25 51 234

21

Aktenzeichen: P 25 51 234.9

22

Anmeldetag: 14. 11. 75

43

Offenlegungstag: 20. 5. 76

30

Unionspriorität:

32 33 31

15. 11. 74 USA 524303

54

Bezeichnung:

Rahmen für eine Elektrolysezelle aus einem synthetischen, organischen Polymeren und Verfahren zu seiner Herstellung

71

Anmelder:

Hooker Chemicals & Plastics Corp., Niagara Falls, N.Y. (V.St.A.)

74

Vertreter:

Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys. Dr.;  
Weickmann, F.A., Dipl.-Ing.; Huber, B., Dipl.-Chem.; Pat.-Anwälte,  
8000 München

72

Erfinder:

Eng, Jeffrey D., North Vancouver, British Columbia (Kanada);  
Figueras, Wilfredo E., East Amherst, N.Y. (V.St.A.)

DT 25 51 234 A1

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. F. WEICKMANN,

DIPL.-ING. H. WEICKMANN, DIPL.-PHYS. DR. K. FINCKE

DIPL.-ING. F. A. WEICKMANN, DIPL.-CHEM. B. HUBER

---

2551234

8 MÜNCHEN 86, DEN

POSTFACH 860820

MÜHLSTRASSE 22, RUFNUMMER 98 39 21/22

3423/H/KW

Hooker Chemicals & Plastics Corp.

Niagara Falls, New York 14302 / USA

---

Rahmen für eine Elektrolysezelle aus einem synthetischen,  
organischen Polymeren und Verfahren zu seiner Herstellung

---

Die Erfindung betrifft einen Zellenrahmen bzw. ein Zellen-  
gestell zur Herstellung von Elektrolysenzellen und Zusam-  
menstellungen davon. Die Erfindung betrifft insbesondere  
einen Rahmen für eine Elektrolysezelle aus einem verform-  
ten synthetischen, organischen Polymeren, der hineinge-  
formte Teile und Durchgänge zur Halterung der Zellenele-  
mente und zum Beschicken und Entfernen von Zellenflüs-  
sigkeiten sowie zur Ausrichtung und Befestigung der Zel-  
lenrahmen miteinander in Zusammenstellungen aufweist.

-2-

809821/0760

Zur Herstellung von Chlor, Natriumhydroxid und Wasserstoff aus wäßrigen Natriumchloridlösungen sind bislang Elektrolysenzellen verwendet worden, die entweder vom Diaphragma- oder vom Quecksilberzellentyp waren. In den letzten Jahren haben aufgrund der Kostensteigerung von Quecksilber und von Verschmutzungsproblemen, die mit seiner Verwendung verbunden sind, Diaphragmazellen eine gesteigerte Bedeutung erlangt. Die meisten dieser Zellen sind bislang aus Beton hergestellt worden, doch ist auch schon die Verwendung von Auskleidungen aus verschiedenen polymeren Materialien, wie z.B. Polyvinylchlorid und Polypropylen, vorgeschlagen worden.

Seit der Verfügbarkeit von dimensionsstabilen Anoden und wirksamen permselektiven Membranen ist es nunmehr möglich geworden, die Produktivität von Membranenzellensammanstellungen zu erhöhen. Weil flache Elektroden mit einer dazwischenliegenden dünnen Trennmembrane verwendet werden können, ist nunmehr die Herstellung von dünnen Zellensammanstellungen möglich geworden. Es sind daher keine massiven Zellwandkonstruktionen mehr notwendig oder zweckmäßig und es sind weitere Anstrengungen gemacht worden, um Konstruktionsmaterialien aufzufinden, die für die Herstellung von zufriedenstellenden Elektrolysenzellen geeignet sind und die dünn sind, rasch hergestellt werden können und dazu imstande sind, den Elektrolysebedingungen, den Ausgangsstoffen und den Endprodukten zu widerstehen. Es ist schon versucht worden, Zellen und Zellenrahmen aus synthetischen organischen polymeren Materialien herzustellen, doch sind solche Vorrichtungen oftmals teuer und die Produkte sind bei

den Bedingungen der Elektrolyse nicht beständig, was möglicherweise auf Spannungen, die in dem Kunststoff während der Bearbeitung entstehen, oder auf hierdurch erzeugte Materialschwächen zurückzuführen ist. Das spanabhebende Bearbeiten von gefüllten Polymeren setzt die Oberflächen des Füllstoffes frei, was für elektrolytische Langzeit-zwecke unerwünscht sein kann, und zwar insbesondere in Gegenwart eines Elektrolyten und von Zellprodukten bei erhöhten Temperaturen oder wenn die Temperaturen über einen Bereich variieren, der genügend breit ist, daß Expansionen und Kontraktionen bewirkt werden, die beim Freilegen des Füllstoffes in der Oberfläche des gefüllten Polymeren Abschwächungserscheinungen entwickeln können.

Polypropylen ist schon als säurebeständiger und alkali-beständiger Werkstoff verwendet worden. Es ist auch schon mit verschiedenen hochtemperaturbeständigen Materialien, z.B. Talk, Glimmer und Asbest, als Füllstoffe versetzt worden. Zur Herstellung von geformten Rahmen des vorliegenden Typs zur Verbindung, um Zusammenstellungen von elektrolytischen Zellen zu bilden, ist es jedoch bislang noch nicht verwendet worden. Solche Produkte sind relativ einfach herzustellen, zusammenzustellen und zu verwenden und sie haben eine lange Lebensdauer, wobei die Rahmen während der Elektrolyse von wäßrigen Natriumchloridlösungen gegenüber einem Behindern, Verwerfen, Expandieren, Zusammenziehen, Kriechen und anderen Verziehungen hoch beständig sind.

Gemäß der Erfindung wird nun ein Rahmen für eine Elektrolysezelle aus einem synthetischen organischen Poly-

meren als Gehäuse für eine Anode und eine Kathode und zum Tragen einer Membrane zur Verfügung gestellt. Dieser Rahmen bildet zusammen mit einem passenden angrenzenden Rahmen, der eine Elektrode mit entgegengesetzten Vorzeichen, wie diejenige, die dem vorhandenen Rahmen näher ist, enthält, eine elektrolytische Zelle, welche eine Anode, eine Kathode und eine dazwischen liegende Membrane aufweist. Der Rahmen enthält Einlässe und Auslässe für elektrolytische Prozeßflüssigkeiten in die Anolyt- und Katholytabteile, so daß die aus zwei angrenzenden Rahmen gebildete Zelle mindestens einen Einlaß in das Anolytenabteil, mindestens einen Auslaß aus dem Anolytenabteil, mindestens einen Einlaß in das Katholytenabteil und mindestens einen Auslaß aus dem Katholytenabteil hat, wobei jeder der Einlässe und Auslässe mit den jeweiligen Kopfstücken oder Verteilern, die mit dem Zellrahmen integral sind, in Verbindung steht. Bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist das synthetische organische Polymere Polypropylen, das einen Füllstoff, wie Asbest, Glimmer, Kaliziumsilikat, Talk oder Gemische davon, enthält, wobei der Rahmen spritzgegossen ist, integrale äußere Ausrichtungs- und Befestigungseinrichtungen, um eine Vielzahl von Rahmen zusammen in einer Zellenzusammenstellung zu halten, enthält und hineinverformte Befestigungseinrichtungen, um verschiedene Zellenteile in den gewünschten Stellen zu halten, aufweist. Die Erfindung betrifft auch ein Elektrolyseverfahren unter Verwendung von Elektrolysezellen, welche die erfindungsgemäßen Rahmen enthalten, sowie ein Verfahren zur Herstellung dieser Rahmen und Zwischen-Montierungseinrichtungen oder Rahmen

609821/0760

für Elektroden, um sie in den erfindungsgemäßen Rahmen in den gewünschten Stellungen zu halten.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Zellenzusammenstellung, die eine Vielzahl von Rahmen gemäß der Erfindung enthält,

Fig. 2 eine teilweise abgeschnittene vertikale Querschnittsansicht eines Paares von erfindungsgemäßen Rahmen und von Teilen von anderen Rahmen, die daran angrenzen, wobei zwei vollständige Rahmen zu einer elektrolytischen Zelle kombiniert sind,

Fig. 3 eine teilweise abgeschnittene Querschnittsaufsicht entlang der Ebene 3-3 der Figur 2, und

Fig. 4 eine teilweise vertikale Querschnittsansicht eines T-förmigen rechteckigen "Bilderrahmens", der eine Zwischenbefestigungseinrichtung darstellt, um eine Elektrode an dem Kunststoffrahmen gemäß der Erfindung zu befestigen.

Die in Figur 1 dargestellte Elektrolysezellenzusammenstellung 11 enthält eine Grundlage 13, einzelne Zellrahmen 15, die mit dazwischen liegenden (nicht gezeigten) Dichtungen für Abdichtungszwecke miteinander angeordnet sind, Druckvorder- und -rückendeplattenteile 17 und 19, horizontale Seitenträgerstangen 21 und 23, die

an der Grundlage 13 und oberhalb davon durch vertikale Teile 25, 27, 29 und 31 gehalten sind, und Stäbe 33, 35, 37, 39 und 41, von denen jeder an beiden Enden mit einem Gewinde versehen ist und von denen jeder Spannmutter besitzt, um die Endplatten zusammenzupressen und auf diese Weise die Rahmen in flüssigkeitsdichte Beziehung miteinander zu halten, was gewöhnlich unter Zuhilfenahme der dazwischen liegenden Dichtungen geschieht. Die mit einem Gewinde versehenen Enden 43 und 45 und die Spannmutter 47 und 49 auf dem Stab 41 sind gezeigt und es wird ersichtlich, daß auch die anderen Stäbe ähnliche mit Gewinde versehene Enden und Spannmutter enthalten.

Eine Walze, die durch das Bezugszeichen 51 angegeben wird, dient als Lager, um die gleitende Bewegung der Platte 17 zu erleichtern. Die Platten 17 und 19 enthalten darin Durchgänge oder sind daran angeschlossen, um die Spannstäbe in Position zu halten und um den Platten Spannkraft zu überführen. Die Zellrahmen 15, deren Strukturen in den Figuren 2 und 3 näher beschrieben werden, enthalten eine äußere Ausrichtungseinrichtung 53, die äußere Teile, die mit den Rahmen integral sind und die (bei 54) geformt sind, umfaßt, um sich an die Trägerstange 23 anzupassen und darauf zu liegen, um die Zusammenstellung der Zellrahmen zu erleichtern, wie es näher später im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 beschrieben wird.

Die Figur 2 zeigt Kombinationen der Zellenrahmen unter Bildung von elektrolytischen Zellen. Mit Ausnahme der



elektrischen Anschlüsse sind die äußeren Teile nicht gezeigt. Zur besseren Veranschaulichung sind auch die oberen Einlaß- und Auslaßdurchgänge und die Verteiler nicht dargestellt (diese sind in Figur 3 gezeigt). Bei der Anordnung der Figur 2 sind die Zellenrahmen 15 mit der dazwischen liegenden Dichtung 61 oder einer Vielzahl von Dichtungen unter flüssigkeitsdichtem Kontakt zusammengehalten, wodurch eine Elektrolysezelle gebildet wird, wenn die Elektroden und eine dazwischen gelegte Membran sich an Ort und Stelle befinden. Die Rahmen 15 haben Wände 63, die die Zelle begrenzen, die durch die Verbindung der Rahmen gebildet wird, wobei ein Aussickern in die nächsten angrenzenden Zellen 65 und 67 verhindert wird. Die Zelle 69, die durch Verbindung der Rahmen 15 gebildet wird, enthält eine Anode 71, eine Kathode 73 und eine Membran 75, die an der inneren inaktiven Seite der Anode 71 gehalten wird. Die Anode 71 ist elektrisch und mechanisch (durch Schweißen) an den Leiter 77 angeschlossen und die Kathode 73 ist in ähnlicher Weise an den Leiter 79 angeschlossen. Diese beiden Leiter sind im wesentlichen vertikal angeordnet und sie haben obere Enden, die durch Öffnungen 81 und 83 in den Rahmen hindurchgehen und die im Kontakt mit den Leitern 85 und 87 sind, durch welche Elektrizität der Zelle 69 von dem Kathodenleiter der Zelle 67 zugeführt wird und von der Zelle 69 zu dem Anodenleiter der Zelle 65 überführt wird. Abdichtungseinrichtungen 89 und 91 sind vorgesehen, um eine flüssigkeitsdichte Abdichtung herzustellen, um den Verlust an Gas oder Flüssigkeit zu verhindern.

Wie es für den Anodenleiteraustritt aus der Zelle 65 gezeigt wird, umfaßt die Dichtung eine Vielzahl von

federnden Neopren-Dichtringen oder O-Ringen 93, die miteinander gegen einen Anschlag 95 gepreßt werden, indem eine Kappe 97 durch einen mit einem Gewinde versehenen Kragen 99 gegen den kraftüberführenden starren Dicht-ring 101 angespannt wird. Somit werden die Dichtringe oder O-Ringe oder Befestigungselemente anderer geeigneter Typen, z.B. Keile, gegen den Anodenleiter gepreßt und halten diesen fest an Ort und Stelle, wobei ein Flüssigkeitsverlust aus der Zelle verhindert wird.

Die Leiter 77 und 79 und durch diese Elektroden 71 und 73 sind an Ort und Stelle durch Trägerklammern 103 und 105 befestigt, welche durch Schrauben 107 und 109 an eingeformten Vorsprünge 111 und 113 befestigt sind. Die Leiter können an den Klammern zu einer weiteren Stützung angeschweißt oder sonstwie positiv befestigt sein.

Wie gezeigt wird, paßt die Kathode 73 in eine vorbereitete Öffnung in dem Rahmen an den Kathodenenden hinein und sie wird zusätzlich noch durch den Druck der Dichtung dagegen gestützt, wenn die Zellrahmen miteinander verspannt werden. Um die Starrheit der Anode zu verbessern, wird sie auf einem Winkelrahmen oder einer Reihe von Winkelklammern 115 angeordnet, welcher Rahmen hinsichtlich des Körperrahmens 15 durch geeignete Einrichtungen, z.B. durch Schrauben, Zement bzw. Klebstoff, Druckhalterung durch die Dichtung 61 etc., an Ort und Stelle gehalten wird. Die Verwendung des Winkels 115 oder des T-förmigen "Bilderrahmens" als Zwischen-Montierungseinrichtung, wie sie in Figur 4 gezeigt wird, und wie sie mit dem derzeitigen Winkel austauschbar ist, dient dazu, eine weitere Festigkeit zu ergeben,

und verhindert eine unerwünschte Verbiegung des Anodenmaterials.

Die Membrane 75, die in der gezeigten Ausführungsform gegen die Anode 71 gehalten ist, wird an Ort und Stelle gehalten, an dem sie zwischen dem Winkel 115, den Rahmenteilern 117, 119 und 121 und auch in geeigneten Kanälen oder Rillen, z.B. wie bei 123 und 125, den Halte teilen 127 und 129, die durch Schrauben in dem Rahmen 15 gehalten werden, an Ort und Stelle abgedichtet ist. Es wird ersichtlich, daß in der gezeigten Veranschaulichung die Membran nicht in allen Stellungen perfekt vertikal ist, sondern durch die Anode dagegengedrückt wird, um die Befestigung an Ort und Stelle zu unterstützen. Es ist wichtig, daß der Abstand zwischen den Elektroden zur Erzielung bester elektrolytischer Wirkungen konstant gehalten wird, und es ist auch wichtig, daß die Membrane gegen die Anode dicht gehalten wird, um zu verhindern, daß Chlorgas, welches an der aktiven Seite der Anode, weg von der Membrane, gebildet wird, sich zwischen der Anode und der Membrane ansammelt. Gleichermaßen sollte der Abstand zwischen Membrane und Kathode konstant gehalten werden, um Störungen der Entfernung des erzeugten Wasserstoffgases zu verhindern und einen freien Fluß des Elektrolyten zu gestatten. Es wird ersichtlich, daß bei anderen Ausführungsformen der Erfindung, bei denen die Membrane zwischen den zwei Elektroden mit Abständen zwischen der Membrane und der Elektrode angeordnet ist, es zweckmäßig sein kann, daß die aktive Seite der Anode der Membrane zugewendet ist oder daß beide Seiten der Anode aktiv sind oder daß, wenn

-10-

609821/0760

die Membrane gegen die Kathode angeordnet werden soll, die verwendete Struktur entsprechend modifiziert werden kann.

Ein wichtiges Merkmal der vorliegenden Erfindung ist die Hineinverformung der verschiedenen Einrichtungen für die Zugabe und Entfernung von Flüssigkeit aus den hergestellten Elektrolysezellen, so daß es nicht notwendig ist, solche Durchgänge in den Rahmen hineinzubohren. In der Figur 2 sind die einzigen solchen Durchgänge, die gezeigt sind, für die Beschickung der Anolyt- und Katholytabteile und für das Anolytenbeschickungskopfstück oder -verteiler. Andere Beschickungskopfstücke und Entladungsdurchgänge und -kopfstücke sind in Figur 3 gezeigt. Das Anolytenkopfstück 131, das in den Rahmen 15 hineingeformt ist, steht durch den Durchgang 133 mit dem Anolytenabteil 135 der Zelle 69 in Verbindung. Am Ende des Durchgangs 133 in der Nähe des Anolytenabteils ist ein Öffnungsstoppsel 137 in die zuvor hineingeformten Gewinde in dem Rahmen 15 eingedreht oder auf sonstige Weise befestigt, so daß der Durchgang zu der bei 139 gezeigten Öffnung begrenzt wird. In ähnlicher Weise steht ein Verteiler 134 für die Katholytbeschickung (Figur 3) durch den Durchgang 141 mit dem Katholytenabteil 143 in Verbindung und wird durch die Öffnung 145 begrenzt. Die Verwendung der Öffnungen, die mit anderen von unterschiedlicher Größe austauschbar sind, gestattet es, die Fließgeschwindigkeiten in die Zelle hinein zu regulieren.

In Figur 3 wird ein Zellrahmen 15 und eine Zelle 69 gezeigt, die einen weiteren fakultativen Beschickungs-

verteiler 147, einen Chlorauslaßverteiler 151, einen Wasserstoffauslaßverteiler 149, Abnahmekopfstücke 153 für die Natriumhydroxidlösung und ein Abnahmekopfstück 155 für den abgereicherten Anolyten enthalten. Es wird ersichtlich, daß Überlaufdurchgänge 157 und 159 die jeweiligen Katholyten- und Anolytenabströme zu den Kopfstücken von dem Anolyten 161 und dem Katholyten 163 (hinter der Membrane) tragen. Der Rahmen 15 enthält auch ein fakultatives Anolytenbeschickungskopfstück 167 und ein fakultatives Katholytenbeschickungskopfstück 165, die beide durch nicht-gezeigte Kanäle oder Durchgänge mit dem Zellinneren verbunden sein können. Solche Durchgänge können in den Rahmen gebohrt werden, wenn es gewünscht wird, Beschickungen von der Oberseite der Zelle zu verwenden, oder sie können eingeformt werden und bei Nichtgebrauch zugestöpselt werden. Gleichermaßen können, wenn es nicht gewünscht wird, Bodenbeschickungen zu verwenden, die Durchgänge 133 und 141 zugestöpselt werden. Die Verwendung eines Verteilers 147 ist nützlich, wenn eine Vielzahl von Membranen verwendet werden soll, wobei ein Pufferabteil gebildet wird, in das die Beschickung eingeführt wird. Wie oben hinsichtlich der anderen fakultativen Kopfstücke ausgeführt, kann je nach dem angestrebten Zweck ein Durchgang geöffnet oder zugestöpselt sein.

Obgleich es im einzelnen nicht dargestellt wird, liegt es innerhalb des Rahmens der Erfindung, Beschickungs- und Auslaßströme mit gekrümmtem Durchlauf anzuwenden, so daß der Widerstand des Stroms, durch den ein Stromaussickern stattfinden könnte, erhöht wird. Hinsichtlich der Beschickungen von Flüssigkeiten durch Öffnun-

gen wird aufgrund der kleineren Ströme der Widerstand größer und Stromaussickerungen werden vermindert. Dies wird besonders hinsichtlich der oberen Beschickungsstellen wirksam, wenn Öffnungen verwendet werden, die genügend klein sind, daß Tröpfchen der Beschickungsflüssigkeiten erzeugt werden, die diskontinuierlich sind, wenn sie durch die Chlor- und Wasserstoffgasphasen oberhalb des Elektrolyten in dem Anoden- bzw. Kathodenabteil fallen. Solche diskontinuierlichen Ströme ergeben einen sehr hohen Widerstand gegen ein Aussickern von (elektrischem) Strom.

In ähnlicher Weise können solche unterbrochenen Ströme erzeugt werden, wobei das überfließende Produkt abgenommen wird, wobei die Zellflüssigkeit und der abgereicherte Anolyt von den Zellelektrolytenniveaus auf niedrigere Niveaus herabfallen. Auf diese Weise werden diskontinuierlich herabfallende Ströme erzeugt. Naturgemäß können die Elektrolyten auch aufgebrochen werden, wenn sie von der Zellenbank entfernt werden, um ein Durchsickern durch sie zu verhindern. In dieser Hinsicht ist das polymere Kunststoffkonstruktionsmaterial für die Zellrahmen geeignet, weil es nicht-leitend ist.

In Figur 4 ist ein Teil einer T-förmigen Bilderrahmen-Zwischen-Montierungseinrichtung zur Halterung einer Elektrode, z.B. der auseinandergezogenen Maschenanode 71 der Figuren 2 und 3, an dem Rahmen 15 gezeigt. In der Figur 2 ist das Rahmenwerk 115 als ein Winkel gezeigt und in Figur 4 ist es ein T-Element 169, das einen horizontalen Fußteil 171 und einen oberen vertikalen Spitzenteil 173 und einen unteren vertikalen Spitzen-

teil 175 besitzt. Der obere Teil des T-Spitzenelements 173 ist an einem Körperteil des Rahmens 15 gehalten und der untere Teil besitzt daran befestigt die auseinandergezogene Maschenanode 177. Wie gezeigt wird, wird zwischen der Anode 177 und der Membran 179, die zwischen dem oberen Teil des T-Elements und der Dichtung 181 gehalten wird, ein Abstand ausgebildet. Naturgemäß kann durch Veränderung der Proportionen und der Stellungen es erreicht werden, daß dieser Abstand größer, geringer ist oder überhaupt nicht vorliegt.

Bei Modifizierungen der gezeigten Struktur wird leicht ein monopolarer Typ der Zelle hergestellt, indem man lediglich die elektrischen Verbindungen so verändert, daß jede Zelle unabhängig mit der Elektrolysespannung beladen wird. In ähnlicher Weise können die elektrischen Verbindungen zwischen bipolaren Zellen intern anstelle außerhalb der Zelle hergestellt werden. Anstelle daß man elektrische Verbindungen an der Oberseite der Zelle vorsieht, können diese sich auch an ihrer Seite befinden. Die Hauptseparatoren in der Zelle, die als vertikale zentrale Strukturteile der Rahmen gezeigt sind, können durch eine Vielzahl von solchen Teilen ersetzt werden, die beide dünner sind, um Kunststoff einzusparen. Sie können zu jeder Seite des Zellenrahmens bewegt werden, wobei es jedoch bevorzugt wird, sie, wie erwähnt, im wesentlichen zentral angeordnet zu haben, um die Zelle in ungefähr gleiche Abteile aufzuteilen und um eine größere Festigkeit und Dimensionsstabilität des geformten Kunststoffrahmens zu haben. Anstelle der Verwendung von Neopren-Dichtringen, die dicht gegen

die Elektrodenleiter durch Kompression einer Spannmutter gedrückt sind, können auch andere Formen von Dichtungen verwendet werden, z.B. einzelne O-Ringe, Zylinder, hohle konische Keile etc. Solche Materialien können aus Neopren oder anderen geeigneten Polymeren, z.B. Polytetrafluoräthylen und anderen fluorierten Polymeren, bestehen. Anstelle der Verwendung von positiven Halteeinrichtungen, um die Membrane und/oder die Elektroden an Ort und Stelle zu halten, können elastische Einrichtungen, z.B. Neopren-Bänder, die die Dichtung oder andere Teile gegen den Rahmen während der Zusammenstellung pressen und die möglicherweise in die Hohlräume in dem Rahmen hineinpassen, verwendet werden. Solche zeitweiligen Einrichtungen können verwendet werden, bis die verschiedenen Rahmen während der Konstruktion der Zellenzusammenstellung eng aneinandergedreht sind. Alternativ kann man anstelle der Verwendung von solchen Einrichtungen einen Klebstoff, z.B. einen Neopren-Klebstoff, einsetzen, der die Dichtungen, die Elektroden und die Membranen zeitweilig an Ort und Stelle hält. Ein solcher Klebstoff sollte genügend fest sein, daß er in richtiger Beziehung die verschiedenen Teile zusammenhält, bis sie durch Zusammenpressen der verschiedenen Rahmen permanent befestigt sind. Nach der Auseinandernahme würde der Klebstoff die verschiedenen Teile nicht so eng binden, daß sie ohne permanente Schädigungen nicht entfernbar werden. In manchen Fällen kann es möglich sein, auf die Verwendung von Dichtungen zu verzichten und entgegengesetzte Teile der Polypropylenrahmen zu verwenden, die durch die Zusammenpreßeinrichtung für die Zusammenstellung so dicht zusammengehalten werden, daß die verschiedenen zwischen-



gelegten Teile sich in der gewünschten permanenten Beziehung befinden, ohne daß die Notwendigkeit für ein weicherer Dichtungsmaterial besteht, um Aussickerungen zu verhindern. Wenn man auf die Neopren-Dichtungen verzichtet, dann kann die Elastizität des Polypropylenrahmens gesteigert werden, indem man der Formzusammensetzung Kautschuk oder andere elastomere Materialien zugesetzt, z.B. in Mengen von 5 bis 25% des Äthylenpropylenelastomeren.

Die in den Figuren 2 und 3 gezeigten Zellen sind diejenigen eines Mittelteils der Zellenzusammenstellung. Es wird ersichtlich, daß die Endrahmen eine unterschiedliche Bauart haben, wobei sie im wesentlichen Halbzellenrahmen sind, deren äußere Seiten blank sind. Es erscheint nicht notwendig, solche Strukturen näher zu beschreiben, da sie für den Fachmann auf der Hand liegen.

Das einzige Konstruktionsmaterial für die erfindungsgemäßen Zellrahmen, das sich als zufriedenstellend erwiesen hat und das ohne weiteres spritzgegossen werden kann, ist Polypropylen und insbesondere Polypropylen, das mit einem geeigneten Füllstoff, z.B. Asbest, Glimmer, Kalziumsilikat, Talk oder Gemischen davon, gefüllt ist. Die Gemische aus den genannten Füllstoffen können aus zwei, drei oder vier Komponenten bestehen, wobei es insbesondere als günstig angesehen wird, daß in solchen Gemischen sowohl Kalziumsilikat als auch Glimmer enthalten sind. In manchen Fällen können auch bekannte äquivalente Füllstoffe verwendet werden. Wenn nur einer der Füllstoffe verwendet werden soll, dann

wird bevorzugt, daß dieser Kalziumsilikat ist, wobei die faserartige Form als die beste angesehen wird. Das Polypropylen kann ein normales Harz sein, das für Spritzgußzwecke vorgesehen ist, z.B. ein nicht-modifiziertes, ein copolymerisiertes, ein mit einem inerten Füllstoff gefülltes oder ein schlagfest- (kautschuk-) modifiziertes Polypropylen sein, das Produkte liefert, die die in "Modern Plastics Encyclopedia" 1973 bis 1974, Seite 552, angegebenen Eigenschaften aufweisen. Wenn daher solche Harze nach den auf den Seiten 338 bis 410 dieser Veröffentlichung - auf die hierin ausdrücklich Bezug genommen wird - beschriebenen Methoden spritzgegossen werden, dann werden geeignete elektrolytische Zellrahmen erhalten, die für "Filterpressen"-Zusammenstellungen mit etwa 10 bis etwa 60 solcher Rahmen zur Elektrolyse von wäßrigen Natriumchloridlösungen geeignet sind.

Die beschriebenen Rahmen sind gegenüber dem Elektrolyten und den Elektrolyseprodukten beständig und sie sind während der Elektrolyse, selbst bei Temperaturschwankungen von 40 bis 95°C und pH-Schwankungen von 3 bis 14, zufriedenstellend dimensionsstabil. Obgleich es möglich ist, ein Polypropylenharz zu verwenden, das kein Copolymeres und keinen Kautschuk enthält, vorausgesetzt, daß der gewünschte Gehalt an Füllstoffen die Dimensionsstabilität, die Wärmebeständigkeit etc. genügend verbessert, daß das Material für technische Chlorzellen zufriedenstellend geeignet ist, wird man gewöhnlich ein Gemisch aus einem Homopolymeren und Copolymeren verwenden. In einem solchen Gemisch beträgt die Zusammensetzung normalerweise 10 bis 40% Copolymeres, wie es z.B. von der Shell Chemical Company als Shell 7525 vertrie-

ben wird, und 10 bis 40% Homopolymeres, wobei der Gesamtanteil dieser Komponenten 40 bis 90% des Endprodukts beträgt. Anstelle des Homopolymeren können auch Copolymere mit anderen Materialien verwendet werden, z.B. Propylen/Acrylsäure-Copolymere, wie Exxon D-561. Der Anteil der Kautschuk-Schlagfestigkeitsmodifizierungsmittel kann 0 bis 20% betragen. Es ist jedoch vorzugsweise vorhanden und sein Anteil beträgt normalerweise 3 bis 15% des Produkts. Die hierin im allgemeinen Sinne verwendete Bezeichnung "Polypropylen" soll Copolymere und Copolymere von Homopolymeren und Vernetzungsmittel, wie ungesättigten niedrigen organischen Säuren, z.B. Acrylsäure, Methacrylsäure und anderen Monoalkencarbonsäuren mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen und ihren Äquivalenten, sowie Homopolymere einschließen.

Der Füllstoff, der Talk, Asbest, Kalziumsilikat oder Glimmer oder ein Gemisch davon sein kann, enthält vorzugsweise Kalziumsilikatfasern, wie z.B. Wollastonitfasern oder synthetische Kalziumsilikatfasern. Der Füllstoff kann vorzugsweise zusätzlich noch Glimmerflocken oder -plättchen enthalten. Die Fasern aus Kalziumsilikat, entweder natürlich oder synthetischer Herkunft, Asbest und Talk können in handelsüblicher Weise eine Vielzahl von Durchmessern haben, z.B. 180 Å bei Chrysotilasbestfasern bis zu 1 mm, obgleich gewöhnlich die Durchmesser weniger als 0,1 mm, z.B. 0,001 bis 0,05 mm, betragen. Die Faserlängen liegen normalerweise in dem Bereich des 10- bis 1000000-fachen Durchmessers, vorzugsweise des 20- bis 1000-fachen. Sie liegen normalerweise im Bereich von 1 mm bis 2 cm. In ähnlicher Weise ist der verwendete Glimmer gewöhnlich genügend fein verteilt,

daß er durch ein Sieb mit einer lichten Maschenweite von 0,105 mm, vorzugsweise durch ein Sieb mit einer lichten Maschenweite von 0,074 mm hindurchgeht. Obgleich diese Größen hier als Richtlinien angegeben werden, wird ersichtlich, daß es in manchen Fällen zweckmäßig sein kann, unterschiedliche Abmessungen der Materialien zu verwenden, um spezielle Effekte zu erzielen.

Der Anteil des beschriebenen anorganischen Füllmaterials in den spritzgegossenen Rahmen der Erfindung beträgt 10 bis 60%, vorzugsweise 15 bis 50%, mehr bevorzugt 20 bis 40%. Vorzugsweise sind 50 bis 100% davon Kalziumsilikatfasern. Bei manchen Ausführungsformen der Erfindung werden jedoch 10 bis 30% Asbest mit 90 bis 70% Polypropylenhomopolymeren verwendet oder es können 5 bis 20% Glimmerflocken, 10 bis 30% Asbestfasern, 15 bis 50% Polypropylenhomopolymeres und 20 bis 60% Polypropylenocopolymeres verwendet werden und sie ergeben zufriedenstellende Ergebnisse. Anstelle eines Teils des Kalziumsilikats kann auch ein gleicher Anteil von 10 bis 50% davon Talkpulver genommen werden. Auch kann das Kalziumsilikat und/oder der Talk mit Silanen oder Silikonen behandelt werden, um die Silanol- und Siloxangruppen darauf zu modifizieren und die Eigenschaften des verformten Polypropylens zu variieren. Es können auch verschiedene Kautschuk-Schlagfestigkeitsmodifizierungsmittel der bekannten Arten für ihre offensichtlichen Zwecke verwendet werden. Als Kautschuke können alle beliebigen verwendet werden, die normalerweise für diesen Zweck in der Polymertechnologie geeignet sind, wobei auch Gemische davon eingesetzt werden. Es werden jedoch Elastomere auf der Basis von Polyäthy-

len oder Polypropylen bevorzugt sowie solche auf der Basis von beiden solchen Polymeren.

Es können auch verschiedene andere Zusatzstoffe in geringen Verhältnismengen, gewöhnlich in einem Ausmaß von nicht mehr als 10% und vorzugsweise nicht mehr als 5%, in den erfindungsgemäß in Betracht gezogenen Formprodukten vorhanden sein, z.B. Färbemittel, Formtrennmittel und flammverzögernde Chemikalien. Solche Materialien, solche Polymere, Füllstoffe und Kautschuke, die für die Herstellung der Spritzguß-Polypropylenharzmasse gemäß der Erfindung verwendet werden, sind genauer in "Modern Plastics Encyclopedia" 1973/1974 und in der 1972/1973-Ausgabe dieses Handbuchs beschrieben. Sie werden daher hierin nicht weiter beschrieben.

Das Spritzgießen der Rahmen erfolgt nach den bekannten Verfahrensweisen zur Formung von großen Gegenständen (die Abmessungen des Rahmens betragen etwa 1,1 m x 1,1 m x 9 cm und der Abstand zwischen der Anode und der Kathode in der Zelle, der beim Zusammenpassen von zwei Rahmen gebildet wird, beträgt normalerweise etwa 1 cm). Eine Beschreibung einer solchen Formkörpergebung findet sich z.B. in der Arbeit "Giant, Thick-Sectioned Plastic Parts Achieved by New Method", die in der Mai-Ausgabe 1972 von "Product Engineering" veröffentlicht ist, sowie in einer Arbeit "Unusual Technique Makes 'Impossible' Parts", die in der September-Ausgabe 1971 von "Modern Plastics" veröffentlicht worden ist. Solche Verformungstechniken sind von Eimco Envirotech. entwickelt und durchgeführt worden. Einzelheiten über geeignete Verformungsmethoden werden in diesen Arbeiten, auf die hierin ausdrücklich Bezug genommen wird, angegeben.

Der geformte Rahmen erweicht, obgleich er aus thermoplastischen Materialien hergestellt worden ist, bei den Betriebstemperaturen der erfindungsgemäß in Betracht gezogenen Elektrolysezellen, die bis zu 95°C erreichen können, nicht. Die Zellen arbeiten kontinuierlich über längere Zeiträume, z.B. sechs Monate, ohne daß ein Verwerfen, eine Rißbildung, ein Unbrauchbarwerden, ein Absacken oder sonstige störende Anzeichen eines Fehlens der Dimensionsstabilität ersichtlich werden. Ohne die anorganischen Verstärkungsfüllmaterialien sind zwar die Ergebnisse nicht so zufriedenstellend, doch sind die geformten Rahmen immer noch geeignet. Es wird davon ausgegangen, daß der Verformungsprozeß, der dazu neigt, alle faserartigen Materialien in der Nähe der Oberfläche des geformten Gegenstands zu bedecken, hierdurch ein Aussetzen des Verstärkungsmaterials an die Bestandteile der elektrolytischen Zelle verhindert, wodurch die Stabilisierung des spritzgegossenen Rahmens unterstützt wird. Solche Produkte werden daher gegenüber ähnlichen Produkten, bei denen der Zellrahmen aus einem Massmaterial aus verstärktem Polypropylen hergestellt ist, als überlegen angesehen.

Die Konstruktionsmaterialien der verschiedenen Komponenten der erfindungsgemäßen Zellen sind hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber den jeweiligen Umweltsbedingungen ausgewählt. Die Anode, die vorzugsweise aus einem ausgezogenen Titannetz besteht, obgleich auch andere Ventilmetalle geeignet sind, z.B. Tantal, und die an ihrer aktiven Oberfläche mit einem Edelmetall oder einem Edelmetalloxid, z.B. Rutheniumoxid, beschichtet sein kann, ist gegenüber dem Chlor

und der sauren Salzlösung des Anolytenabteils beständig. Die Leiterstäbe, die in einem solchen Abteil verwendet werden, sind wegen der guten Leitfähigkeit vorzugsweise aus Kupfer hergestellt und sie sind mit Titan plattiert, damit sie gegenüber dem Elektrolyten beständig sind. Der Offenwerkteil der Anode hat Öffnungen mit 2 bis 700 mm<sup>2</sup>, vorzugsweise 100 bis 600 mm<sup>2</sup>, und das Verhältnis der Öffnungen zu der Nominal-Einzieghauptflächengröße der Anode liegt im Bereich von etwa 25 bis 70%, vorzugsweise 40 bis 70%. Das Netz ist normalerweise 0,2 bis 2,5 mm, vorzugsweise 1 bis 2 mm dick und die Strang- oder Querschnittsbreite beträgt 0,7 bis 2,5 mm, vorzugsweise 1 bis 2 mm. Die Anode ist vorzugsweise mit Rutheniumoxid auf ihrer von der Membrane weggelegenen Rückoberfläche aktiviert.

Die verwendeten Kathoden können aus jedem beliebigen elektrisch leitfähigen Material bestehen, das gegenüber dem Angriff der Zellflüssigkeit, die einen verhältnismäßig hohen Natriumhydroxidgehalt hat, beständig ist. Geeignete Kathoden sind aus einem Stahlnetz hergestellt und sie sind an einen Kupferleiter angeschlossen. Es können jedoch auch andere Kathodenmaterialien und Leitermaterialien verwendet werden, z.B. Eisen, Graphit, Bleidioxid auf Graphit, Bleidioxid auf Titan und Edelmetalle, wie Platin, Iridium, Ruthenium und Rhodium. Die Edelmetalle können als Oberflächen auf leitenden Substraten, z.B. auf solchen von Kupfer, Silber, Aluminium, Stahl und Eisen, abgeschieden sein. Die verwendeten Kathoden sind vorzugsweise ein Sieb oder ein ausgezogenes Metallnetz und sie sind wie die Anoden flach oder haben andere angepaßte Gestalten, so daß der Zwischenelektrodenabstand ungefähr gleich ist. Die Öffnun-

gen in dem Kathodensieb oder -netz betragen normalerweise mindestens 25% der Oberfläche einer Vorderseite der Kathode, vorzugsweise 30 bis 80%, am meisten bevorzugt etwa 45 bis 65%. Die Fläche der Öffnungen beträgt gewöhnlich 0,5 bis 1000 mm<sup>2</sup>, vorzugsweise 2 bis 100 mm<sup>2</sup>. Wenn ein Drahtsieb verwendet wird, dann haben die verwendeten Stränge vorzugsweise einen Durchmesser von etwa 0,5 bis 3 mm. Beide Elektroden sind normalerweise in perfekter vertikaler oder im wesentlichen vertikaler Stellung gehalten, wobei sie gewöhnlich nicht mehr als 10° von der Vertikalen, vorzugsweise nicht mehr als 5° davon angeordnet sind.

Die derzeit bevorzugte kationenpermselektive Membran besteht aus einem hydrolysierten Copolymeren aus perfluoriertem Kohlenwasserstoff und einem fluorsulfonylierten Perfluorvinyläther. Der perfluorierte Kohlenwasserstoff ist vorzugsweise Tetrafluoräthylen, obgleich auch andere perfluorierte und gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen verwendet werden können, von denen die monoolefinischen Kohlenwasserstoffe bevorzugt werden, und zwar insbesondere diejenigen mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen und ganz besonders diejenigen mit 2 bis 3 Kohlenstoffatomen, wie Tetrafluoräthylen und Hexafluorpropylen. Der sulfonier- te Perfluorvinyläther, der am besten geeignet ist, hat die Formel  $\text{FSO}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OCF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{OCF}=\text{CF}_2$ . Ein solches Material, das als Perfluor[2-(2-fluorsulfonyläthoxy)- propylvinyläther] bezeichnet wird, und das nachstehend als PSEPVE abgekürzt werden wird, kann zu äquivalenten Monomeren modifiziert werden, indem z.B. die innere Perfluorsulfonyläthoxykomponente zu der entsprechenden



Propoxykomponente modifiziert wird und indem Propyl zu Äthyl oder Butyl verändert wird und zusätzlich die Substitutionsstellen von Sulfonyl darauf wieder angeordnet werden bzw. indem Isomere der Perfluorniedrigalkylgruppen bevorzugt werden. Es wird jedoch am meisten bevorzugt, PSEPVE zu verwenden.

Die Herstellungsmethode des hydrolysierten Copolymeren ist z.B. im Beispiel XVII der US-PS 3 282 865 beschrieben. Ein alternatives Verfahren ist in der kanadischen Patentschrift 849 670 beschrieben, worin auch die Verwendung der fertigen Membrane für Brennstoffzellen, die darin als elektrochemische Zellen bezeichnet werden, beschrieben wird. Auf die beiden Patentschriften wird hierin ausdrücklich Bezug genommen. Das Copolymere kann im wesentlichen dadurch hergestellt werden, daß man PSEPVE oder dessen Äquivalent mit Tetrafluoräthylen oder dessen Äquivalent in den gewünschten Verhältnismengen in Wasser bei erhöhten Temperaturen und Drücken über einen Zeitraum von mehr als 1 h miteinander umsetzt. Nach diesem Zeitraum wird das Gemisch abgekühlt. Es trennt sich in eine untere Perfluorätherschicht und eine obere Schicht aus einem wäßrigen Medium mit dem darin dispergierten gewünschten Polymeren auf. Das Molekulargewicht ist nicht erfaßbar, doch beträgt das Äquivalentgewicht etwa 900 bis 1600, vorzugsweise 1100 bis 1400, und der Prozentsatz von PSEPVE oder der entsprechenden Verbindung beträgt etwa 10 bis 30%, vorzugsweise 15 bis 20%, am meisten bevorzugt etwa 17%. Das nicht-hydrolysierte Copolymere kann bei hoher Temperatur und hohem Druck zu Platten bzw. Blättern oder Membranen druckverformt werden, die eine Dicke von 0,02 bis 0,5 mm ha-

-24-

609821/0760

ben. Diese werden sodann weiterbehandelt, um die daranhängenden  $-SO_2F$ -Gruppen zu  $-SO_3H$ -Gruppen umzuwandeln, beispielsweise durch Behandlung mit 10%iger Schwefelsäure oder durch die Verfahren der oben angegebenen Patentschriften. Das Vorhandensein der  $-SO_3H$ -Gruppen kann durch Titration nachgewiesen werden, wie es in der kanadischen Patentschrift beschrieben wird. Weitere Einzelheiten der verschiedenen Prozeßstufen werden in der kanadischen Patentschrift 752-427 und der US-PS 3 041 317 beschrieben, auf die hierin ausdrücklich Bezug genommen wird.

Verbesserte Arten der oben beschriebenen Copolymeren können durch chemische Behandlung ihrer Oberflächen hergestellt werden, beispielsweise durch Behandlungen, um die darauf befindlichen  $-SO_3$ -Gruppen zu modifizieren. So kann z.B. die Sulfonsäuregruppe auf der Membran geändert werden, um einen Konzentrationsgradienten zu erzeugen, oder sie können zum Teil mit einem Phosphorsäure- oder Phosphonsäureteil ersetzt werden. Solche Veränderungen können beim Herstellungsprozeß oder nach der Herstellung der Membran durchgeführt werden. Wenn die Behandlung als nachfolgende Oberflächenbehandlung der Membrane vorgenommen wird, dann beträgt die Behandlungstiefe gewöhnlich 0,001 bis 0,01 mm. In manchen Fällen kann es zweckmäßig sein, die Sulfonyl- oder Sulfonsäuregruppe der Membrane auf einer Seite (z.B. der Anodenseite) in eine Sulfonamidgruppe umzuwandeln, die stärker hydrophil ist, was gemäß den Angaben in der US-PS 3 784 399, auf die hier ausdrücklich Bezug genommen wird, vorgenommen werden kann. Die Membran kann auch in laminierter Form vorliegen, die derzeit

am meisten bevorzugt wird. Dabei haben die Schichten eine Dicke im Bereich von 0,07 bis 0,17 mm auf der Anodenseite und von 0,01 bis 0,07 mm auf der Kathodenseite. Die Schichten haben äquivalente Gewichte im Bereich von 1000 bis 1200 und 1350 bis 1600. Eine bevorzugte Dicke für die Schicht auf der Anodenseite liegt im Bereich von 0,07 bis 0,12 mm, wobei eine Dicke von etwa 0,1 mm am meisten bevorzugt wird. Die bevorzugte Dicke der Schicht auf der Kathodenseite beträgt 0,02 bis 0,07 mm, wobei eine Dicke von etwa 0,05 mm am meisten bevorzugt wird. Die bevorzugten und am meisten bevorzugten Äquivalentgewichte bzw. Äquivalentengewichte sind 1050 bis 1150 und 1100 bzw. 1450 bis 1550 und 1500. Je höher das Äquivalentengewicht der einzelnen Schicht ist, desto geringer ist innerhalb der angegebenen Bereiche die bevorzugte zu verwendende Dicke.

Es wurde weiterhin gefunden, daß zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Copolymeren und ihren Modifikationen auch ein weiterer Typ eines Membranmaterials bei dem erfindungsgemäßen Verfahren den Filmen nach dem Stand der Technik überlegen ist. Obgleich es den Anschein hat, als ob Tetrafluoräthylen- (TFE-) Polymere, die nacheinander styrolisiert und sulfoniert worden sind, nicht dazu geeignet wären, um zufriedenstellende kationenaktive permselektive Membranen zur Verwendung bei dem erfindungsgemäßen elektrolytischen Verfahren herzustellen, hat sich doch gezeigt, daß ein perfluoriertes Äthylenpropylenpolymeres (FEP), das styrolisiert und sulfoniert worden ist, eine geeignete Membrane ergibt. Die sulfostyrolisierten FEP-Produkte sind gegenüber einem Erhärten und einem sonstigen Versagen

bei der Verwendung bei den Bedingungen des erfindungsgemäßen Verfahrens überraschend beständig.

Beispiele für geeignete Membranen, die nach dem beschriebenen Verfahren hergestellt werden, sind Produkte der RAI Research Corporation, Hauppauge, New York, die als 18ST12S und 16ST13S bezeichnet werden. Das erstere Produkt ist zu 18% styrolisiert und  $\frac{2}{3}$  seiner Phenylgruppen sind monosulfoniert. Das letztere Produkt ist zu 16% styrolisiert und  $\frac{13}{16}$  der Phenylgruppen sind monosulfoniert. Um eine 18%ige Styrolisierung zu erhalten, wird eine Lösung von 17  $\frac{1}{2}$ % Styrol in Methylenchlorid verwendet, während zum Erhalt einer 16%igen Styrolisierung eine Lösung von 16% Styrol in Methylenchlorid verwendet wird.

Die Membranwände haben normalerweise eine Dicke von 0,02 bis 0,5 mm, vorzugsweise von 0,07 bis 0,4 mm, am meisten bevorzugt von 0,1 bis 0,2 mm. Dickenbereiche für die Teile der zuvor beschriebenen laminierten Membranen sind bereits angegeben worden. Wenn sie auf Polytetrafluoräthylenasbest, -titan oder ein anderes geeignetes Netzwerk zum Tragen montiert werden, dann haben die Fäden oder Fasern des Netzwerks gewöhnlich eine Dicke von 0,01 bis 0,5 mm, vorzugsweise 0,05 bis 0,15 mm, entsprechend bis zu der Dicke der Membran. Es wird oft bevorzugt, daß die Dicke der Fasern weniger als halb so groß ist wie die Filmdicke, doch können auch Fäden mit einer größeren Dicke als der Film mit Erfolg verwendet werden, z.B. mit der 1,1- bis 5-fachen Filmdicke. Die Netzwerke, Siebe oder Tücher haben eine prozentuale Öffnungsfläche von etwa 8 bis 80%, vorzugsweise 10 bis 70%, am meisten be-

-27-

609821/0760

vorzugt 30 bis 70%. Im allgemeinen sind die Querschnitte der Fäden kreisförmig, doch sind auch andere Formen, z.B. Ellipsen, Quadrate und Rechtecke, geeignet. Das Trägernetzwerk ist vorzugsweise ein Sieb oder ein Tuch und es wird, obgleich es an die Membran angeklebt sein kann, bevorzugt, daß es an diese durch eine Hochtemperatur-, Hochdruckverdichtung vor der Hydrolyse des Copolymeren angeschmolzen wird. Sodann kann das zusammengesetzte Gebilde aus Membrane und Netzwerk an Ort und Stelle in einem Halter oder an einem Träger festgeklemmt oder sonstwie befestigt werden. Um die gewünschten Abstände zwischen der Membrane und der einen, der anderen oder beiden Elektroden aufrechtzuerhalten, werden Dichtungen und/oder vertikale Drähte oder Streifen aus einem geeigneten Kunststoffmaterial, z.B. Polytetrafluoräthylen, verwendet. Im allgemeinen beträgt die Zellbreite 0,3 bis 1 cm und der Abstand von der Anode zu der Membrane beträgt 1,5 bis 6 mm, kann aber auch 0 mm sein. Ähnliche Bemessungen gelten auch für die Abstände zwischen der Kathode und der Membrane.

Nach dem Spritzverformen des Zellrahmens bei erhöhter Temperatur und bei erhöhtem Druck werden die Rahmen zu Zellen und zu einer Zellenzusammenstellung zusammengefügt, wie es in den Figuren 1 bis 4 gezeigt wird. Wenn an Ort und Stelle ein T- oder Rechtwinkel-Bilderrahmen zur Halterung der Elektrode (und möglicherweise auch der Membrane) verwendet wird, dann ist dieser aus einem Material, das dem Elektrolyten widersteht, mit dem es in Kontakt gebracht wird. Wenn somit der Rahmen sich auf der Anodenseite befindet, dann ist er oftmals aus Titan oder einem mit Titan plattierten Material, und wenn er

sich auf der Kathodenseite befindet, dann besteht er gewöhnlich aus Weichstahl. Ähnliche Regeln gelten für die verschiedenen Verformungsvorrichtungen, Trägerklammern etc.

Nach der Zusammenstellung der Rahmen zu Zellen und nach dem Spannen dieser Teile zu einer Zellenzusammenstellung, wie sie in Figur 1 gezeigt wird, werden die Zellen mit Elektrolyt beschickt und die Elektrolyse wird begonnen.

Das Anodenabteil wird mit einer nahezu gesättigten Salzlösung oder einer Kochsalzlösung mit einem Natriumchloridgehalt von etwa 25% beschickt und das Kathodenabteil wird mit Wasser beschickt, welches am Anfang eine geringe Menge von Salz oder Kochsalzlösung enthält, damit seine Leitfähigkeit verbessert wird. Der Strom wird angeschaltet und das Chlor und der Wasserstoff, die in den Zellen gebildet werden, werden kontinuierlich abgenommen. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung wird das Chlor und der Anolyt nach der Entfernung aus der Zelle anstelle zuvor abgetrennt. Gewöhnlich wird Natriumhydroxid kontinuierlich während der Elektrolyse entfernt, es kann jedoch auch nach Beendigung eines Elektrolysezyklus entnommen werden. Der abgereicherte Anolyt wird durch eine Wiedersättigungseinrichtung geleitet, worin der Natriumchloridgehalt erhöht wird, worauf er in das Anodenabteil zurückgeleitet wird. Im allgemeinen beträgt der Natriumchloridgehalt des entnommenen Anolyts etwa 22 Gew.-% und derjenige des aus der Wiedersättigungseinrichtung zurückgeschickten etwa 25%. Der Anolyt kann angesäuert werden und hat vorzugs-

weise einen pH-Wert im Bereich von 1 bis 6, mehr bevorzugt 1 bis 5 und am meisten bevorzugt 3 bis 4,5, z.B. 3,9 bis 4,3. Naturgemäß ist der pH-Wert des Katholyten etwa 14, was auf den hohen Gehalt von Natriumhydroxid zurückzuführen ist.

Die Temperatur des Elektrolyten wird bei weniger als 105°C gehalten und beträgt vorzugsweise 20 bis 95°C, mehr bevorzugt etwa 80 bis 95°C. Die Elektrolytttemperaturen können durch Rezirkulierung von Teilen davon, durch Regulierung der Beschickungsmengen für die verschiedenen Zonen und durch Veränderung der Temperaturen der Beschickungen kontrolliert werden. Eiskühlungs- und andere Kühlmaßnahmen können ebenfalls angewendet werden.

Die pro Zelle angelegte Spannung beträgt gewöhnlich 2,3 bis 5 oder 6 V und sie liegt vorzugsweise im Bereich von 3,3 bis 4,3 V. Bei einer bevorzugten Methode kann sie manchmal so hoch wie 4,5 V sein. Es wird am meisten bevorzugt, daß die Spannung 3,3 bis 4,1 V beträgt. Die Stromdichte beträgt im allgemeinen 0,2 bis 0,5 A/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise 0,3 A/cm<sup>2</sup>. Die Abnahme des Alkalihydroxids aus dem Katholytenabteil erfolgt in einer solchen Geschwindigkeit, daß das Alkali mit einer Konzentration von 5 bis 45%, vorzugsweise von 5 bis 25%, am meisten bevorzugt von etwa 8 bis 12%, anfällt.

Die Beispiele erläutern die Erfindung. Darin sind sämtliche Teile auf das Gewicht bezogen.

#### Beispiel 1

Ein Rahmen des in den Figuren 2 und 3 gezeigten Typs wird

nach dem Eimco-Envirotech-Verfahren zum Spritzgießen von großen Kunststoffstücken spritzgegossen, wobei bei normaler erhöhter Spritzgußtemperatur und -druck gearbeitet wird. Die Form ist so konstruiert, daß Durchgänge, Vorsprünge, Kanäle, Ränder bzw. Kanten, Rippen, Verteiler, Ausrichtungs- und Spanneinrichtungen in den gebildeten Rahmen hineingeformt werden. Wenn es möglich ist, dann werden mit Gewinde versehene oder teilweise mit einem Gewinde versehene Öffnungen ebenfalls eingeformt, so daß sie für mit Gewinde versehene Öffnungen oder andere Teile des Zellenrahmens verfügbar und aufnehmend sind. Die Rahmen werden aus einem Gemisch aus 25% Kalziumsilikatfasern, 10% EP-Kautschuk-Schlagfestigkeits-Modifizierungsmittel, 37,5% Exxon D-561 Propylen/Acrylsäure-Polymeren und 27,5% Shell 7525 Polypropylencopolymeren hergestellt und die erhaltenen Produkte werden untersucht und getestet. Es wird festgestellt, daß die Oberflächen der Rahmen harzreicher sind als die Innenteile und daß nur weniger oder keine Fasern des anorganischen Materials an den Oberflächen unbedeckt durch das Harz sind. Beim Testen in entsprechenden wäßrigen Elektrolyten, die zur Verwendung für elektrolytische Zellen zur Herstellung von Chlor und Alkalihydroxid aus Natriumchloridlösung geeignet sind, zeigen daher die Rahmen keine signifikante Ermüdung, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, daß keine Risse oder Punkte vorhanden sind, bei denen das Kalziumsilikat freigelegt ist. Auch beim Testen auf die Dimensionsstabilität bei Temperaturen im Bereich von 40 bis 95°C, welche Temperaturen bei der normalen Elektrolyse mit diesem Zelltyp angewendet werden, sind die Rahmen stabil und sie verziehen sich nicht, sie zeigen keine Ribbildung und sie verwerfen sich auch nicht auf sonstige Art.



Die Rahmen werden zu Zellen zusammengestellt, wobei Neopren-Dichtungen, Titan-Bilderrahmen-Zwischenhalteeinrichtungen für die Anoden und ähnliche Stahlbilderrahmen-Halteeinrichtungen für die Kathode verwendet werden und Nylon-Schrauben und rechteckige Polypropylen-Ringteile verwendet werden, um die Membrane im Rahmen und eng gegen die Anode zu halten. Die verwendete Anode ist eine ausgezogene Titan-Netzanode und die Kathode ist ein Stahlsieb. Der Leiter zu der Anode ist mit Titan plattiertes Kupfer und derjenige zu der Kathode Kupfer. Die als ausgezogenes Netz ausgebildete Anode hat eine Dicke von etwa 2,0 mm und die Strangbreite beträgt etwa 2 mm. Das Netz hat eine diamantenartige Gestalt, wobei die Längsachse horizontal ist, und es hat an seiner Oberfläche eine offene Fläche von etwa 50%. Die Abstände über die diamantenartigen Gebilde sind 0,75 cm und 1,25 cm. Die Anode ist an der von der Membrane abgewandten Seite mit einem aktiven Überzug aus Rutheniumoxid mit einer Dicke von 0,07 mm beschichtet. Der Überzug wird nach den bekannten Methoden zur Herstellung von dimensionsstabilen Anoden aufgebracht. Die Kathode ist ein Drahtnetz aus mildem Stahl mit einem Äquivalentdurchmesser von etwa 2,0 mm und mit einer offenen Fläche von etwa 50%.

Die Membran ist vom PSEPVE-Typ (hydrolysiert), wie er vorstehend beschrieben wurde, und sie ist ein Laminat mit einer Dicke von 0,17 mm. Von der Dicke entsprechen  $\frac{2}{3}$  einem Äquivalentgewicht von etwa 1100 und  $\frac{1}{3}$  einem Äquivalentengewicht von etwa 1500. Die Seite der Membran mit dem hohen Molekulargewicht steht der Kathode gegenüber und die flachere dickere Seite mit dem nied-

609821/0760

rigeren Molekulargewicht, die mit einem Polytetrafluoräthylen-Unterstützungsnetzwerk aus Fäden mit einem Durchmesser von etwa 0,3 mm hinterlegt ist, das zu einem Sieb oder einem Tuch mit einer prozentualen Öffnungsfläche von etwa 22% verwebt worden ist, wird eng gegen die Anode gepreßt.

Die Rahmen und die Zellwände haben die Abmessungen von etwa 1,1 m x 1,1 m und die Zellen sind etwa 11 cm dick. Die Zellwände und die anderen Kunststoffteile davon in der Zelle, z.B. die Vorsprünge, die Wände, die die Kopfstücke definieren, und die Durchgänge sowie die Ränder und die Kanäle, haben gewöhnlich eine Dicke von 1 bis 3 cm.

Zwischen der Kathode und der Membrane ist eine Reihe von vertikalen flexiblen Polytetrafluoräthylen-Trennzylindern oder -auskleidungen jeweils mit einem Durchmesser von 2,5 mm angebracht, die als vertikale Abstandsstücke alle 15 cm über den Spalt zwischen der Membrane und der Kathode und zusammen mit der Dichtung verwendet werden, welche eine solche Dicke hat, daß ein Spalt von etwa 2,5 mm zwischen der Kathode und der Membrane erzeugt wird. Diese Mittel halten die Membrane im regelmäßigen Abstand von der Kathode und halten sie fest gegen die Anode.

In der Zellenzusammenstellung sind die verschiedenen Rahmen auf der zeitweiligen Ausrichtungseinrichtung oder -stange angeordnet, die Elektroden werden angebracht und die Membranen werden durch das zeitweilige Klebemittel (Velcro oder ein anderes geeignetes zeitweiliges

oder permanentes Dichtungsmittel können ebenfalls verwendet werden) und später durch die Dichtungen an Ort und Stelle gehalten. Vor dem Abdichten der verschiedenen Rahmen zusammen mit der Membran wird sie normalerweise an Ort und Stelle auf dem Rahmen mit einem geeigneten Lösungsmittel, z.B. Glyzerin, behandelt, das ein Trocknen der Membrane während der Zusammenstellung der Zelle verhindert und das, wie im vorliegenden Falle, besonders dann nützlich ist, wenn eine Vielzahl von Zellen (35) in einer Zellenzusammenstellung verbunden wird.

Nach der Zusammenstellung der Zellen in der gewünschten Stellung in einer filterpressenartigen Anordnung werden diese eng angezogen, so daß das Aussickern von Flüssigkeit verhindert wird. Die Figur 1 zeigt eine Ansicht des zusammengestellten Zellenstapels oder der Zellenbank. Sodann wird die Zusammenstellung an Quellen für die Beschickungen und für die Elektrizität und an ein Austragungsrohr angeschlossen.

Hierauf werden die Anodenabteile mit einer nahezu gesättigten angesäuerten Salzlösung einer Konzentration von etwa 25% und mit einem pH-Wert von etwa 4,1 gefüllt und das Kathodenabteil wird mit Wasser gefüllt, welches am Anfang zur Verbesserung der Leitfähigkeit eine geringe Menge von Natriumhydroxid enthält. Der Strom wird angeschaltet und es resultiert eine Stromdichte von  $0,3 \text{ A/cm}^2$ . Der Spannungsabfall über jede Quelle wird während der Gleichgewichtsbildung der wäßrigen Natriumhydroxidlösung, des Chlors und des Wasserstoffs notiert. Bei solchen Bedingungen beträgt der Zellenspannungsabfall etwa 4 V, die Ladung beträgt etwa

3 kA und die Gesamtspannung beträgt etwa 120V Gleichstrom. Bei der Betriebstemperatur von etwa 90°C und bei anderen Temperaturen im Bereich von 85 bis 95°C liefert der Stapel oder die Zellenzusammenstellung etwa 3 t Chlor pro Tag mit einer Chlorleistung von etwa 96% bei Säurezugabe. Die Alkalihydroxidleistung beträgt etwa 90% bei einer Alkalihydroxidkonzentration von 80 bis 100 g/l. Die Chlorleistung ohne Säurezugabe liegt in der Gegend von etwa 90%. Nach 6-monatigem Betrieb bei den oben beschriebenen Bedingungen wird der Zellenstapel geöffnet und die Elektroden, die Membran, der Rahmen, die Dichtungen und die Befestigungseinrichtungen werden überprüft. Die Elektroden und die Membrane sind immer noch betriebsbereit und der Rahmen zeigt keine Anzeichen einer signifikanten Abschwächung oder eines signifikanten Verwerfens. Trotz der Tatsache, daß der normale Betrieb der Zellen einige Unterbrechungen enthält, variiert die Temperatur über einen Bereich von 40 bis 95°C. Das Neopren-Klebmittel ist immer noch leicht von der Membrane und der Rahmenwand entfernenbar, so daß die Membranen erneut verwendet werden können. Bei einer Modifizierung dieses Versuchs, wenn Velcro-Befestiger dazu verwendet werden, um die Membranen an Ort und Stelle zu halten, sind diese leicht abtrennbar und die Membranen können entfernt werden, ohne daß sie beschädigt werden.

Bei Variationen dieses Versuchs wird ein gefülltes Polypropylenharz verwendet, das aus einem Harzgemisch aus 30% der oben beschriebenen Kalziumsilikatfasern, 10% EP-Kautschuk-Schlagfestigkeits-Modifizierungsmittel, 45% Exxon D-561 Propylen/Acrylsäure-Copolymergemisch

und 15% Shell 7525 Polypropylencopolymeren besteht. Die erhaltenen Ergebnisse sind fast genauso gut wie mit der zuvor angegebenen Zusammensetzung, mit der Ausnahme, daß festgestellt wird, daß die Rahmen bei extremen Bedingungen für eine Rißbildung etwas empfindlicher sind. Bei einer weiteren Variation werden 20% Asbest und 80% Polypropylenhomopolymeres verwendet. Obgleich auch dieser Rahmen geeignet ist, ist er nicht so gut wie der am Anfang beschriebene Rahmen. Eine Verbesserung wird erhalten, wenn man ein Harzgemisch aus 20% Asbest, 10% Glimmer, 40% Homopolymeren und 30% Copolymeren verwendet, welches in der gleichen Weise, wie oben beschrieben, hergestellt und untersucht wird.

#### Beispiel 2

Die Arbeitsweise des Beispiels 1 wird wiederholt, wobei ein Gemisch aus 30% Kalziumsilikatfasern, 10% EP-Kautschuk-Schlagfestigkeits-Modifizierungsmittel, 45% Exxon D-561 Propylen/Acrylsäure-Copolymerharz und 15% Shell 7525 Polypropylencopolymeres verwendet wird, wobei jedoch als Membran ein nicht-laminiertes hydrolysiertes PSEPVE-Copolymeres mit einer Dicke von etwa 0,2 mm zusammen mit dem gleichen Typ des Verstärkungs-Polytetrafluoräthylen-Siebs verwendet wird. In ähnlicher Weise werden anstelle der RAI-Membran der Research Corporation Membranen verwendet, die als 18ST12S und 16ST13S bezeichnet werden und die eine gleichmäßige Dicke haben. Unter Anwendung einer Stromstärke von  $0,3 \text{ A/cm}^2$  arbeiten in allen diesen Fällen die Zellen zufriedenstellend, ohne daß das Rahmenmaterial entweder durch den sauren Analyten oder den alkalischen Katholyten beschädigt wird.

Bei Modifikationen der Zellen wird das Rutheniumoxid auf der Titananode so verändert, daß es auf allen Oberflächen davon aktiv ist und der Abstand zwischen Kathode und Membrane wird auf 2 mm erniedrigt. Bei solchen Bedingungen wird eine wirksame Elektrolyse bewirkt, ohne daß das Rahmenmaterial beschädigt wird.

Wenn weiterhin die Elektroden durch T-förmige Zwischenhalterungsteile gehalten werden, dann können sie weniger leicht absacken, als wenn sie lediglich durch die Dichtungen gehalten werden, obgleich Winkelrahmen ebenfalls zufriedenstellend starr sind.

Die Zellen dieses Beispiels arbeiten auch dann zufriedenstellend, wenn die Membranen gegen die Kathoden gehalten werden oder wenn sie auf dem halben Wege zwischen den Anoden und Kathoden angeordnet und in den gewünschten Stellen durch Teflon-Auskleidungsabstandsstücke mit einem Durchmesser von 1,5 mm gehalten werden.

### Beispiel 3

Nach der Methode des Beispiels 1 werden Rahmen aus einem Gemisch aus 35% Polypropylenhomopolymeren, 35% Polypropylencopolymeren und zum Rest (es sind keine Schlagfestigkeitsmodifizierungsmittel vorhanden) Glimmerflocken (0,074 mm), Kalziumsilikatfasern (Wollastonit), Kalziumsilikatfasern (synthetisch), Talk oder Asbest (Chroyso-til) hergestellt. Es werden auch nicht-modifizierte Homopolymere, Copolymere und 50:50-Gemische aus Homopolymeren und Copolymeren verwendet. Aus allen diesen Gemischen werden Rahmen geformt. Beim Test in der Praxis

unter Verwendung von Elektrolyten bei Elektrolysebedingungen wird festgestellt, daß die Verwendung der Kalziumsilikatfasern in einem Homopolymer/Copolymer-Gemisch am besten ist und daß die gefüllten Polymeren hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften, insbesondere der Dimensionsstabilität und der Wärmebeständigkeit, den nicht-gefüllten Materialien überlegen sind. Obgleich diese Unterschiede wichtig sind, ist es doch möglich, alle Rahmen aus gefülltem Polypropylen beim technischen Betrieb zu verwenden und auch die Rahmen aus ungefülltem Polypropylen sind immer noch im Betrieb, obgleich sie schlechter sind. Rahmen aus anderen Polymeren, z.B. Polyvinylchlorid, Polytetrafluoräthylen und Polyäthylen, sind, obgleich sie für den Langzeitgebrauch normalerweise technisch nicht annehmbar sind, für den Kurzzeitgebrauch in elektrolytischen Zellen geeignet und sie sind von Vorteil, wenn in diese, wenn anwendbar, durch die üblichen Spritzgußtechniken die verschiedenen Kopfstücke, Durchgänge, Öffnungen, Ausrichtungs-, Montierungs- und Befestigungseinrichtungen der erfindungsgemäßen Vorrichtungen hineinverformt worden sind.

Immer noch ist die Kombination aus einem Polypropylenrahmen und einer kationenaktiven permselektiven Membran des Typs DuPont Nafion XR, insbesondere, wenn die Membran direkt ohne dazwischenliegende Dichtungen an dem Rahmen gehalten wird, hinsichtlich der Dimensionsstabilität, der chemischen Beständigkeit und der langen Gebrauchsdauer am besten und sie wird bevorzugt.

#### Beispiel 4

Die Verfahrensschritte des Beispiels 1 werden bei den beschriebenen Temperaturen, Spannungen und pH-Werten der verschiedenen Prozesse innerhalb der gegebenen Bereiche von 20 bis 95°C, von 3,3 bis 4,3 V, eines Anolyten-pH-Werts von 3 bis 4,5 und von 0,2 bis 0,4 A/cm<sup>2</sup> wiederholt. Die Elektroden werden auch über die Größe der offenen Fläche und der Proportionalbereiche und der Abstände zwischen den Elektroden, die zuvor angegeben wurden, variiert. In solchen Fällen wird eine brauchbare Elektrolyse erhalten und die Rahmen sind genügend stabil, daß sie technisch annehmbar sind. Beim Betrieb dieser Zellen treten keine signifikanten Probleme auf und die Herstellungskosten der Rahmen werden erheblich vermindert, weil die Rahmen leicht durch Spritzgießen hergestellt werden können. Ferner wird durch die zuvor eingeformten Vorsprünge, Ränder, Kanäle etc. in den Rahmen die Zusammenstellung der Teile erleichtert und sie kann innerhalb kürzerer Zeiträume durchgeführt werden, wodurch die Kosten der Zellenzusammenstellung vermindert werden. Die erfindungsgemäßen Zellen stellen daher für die Elektrolyse von wäßrigen Halogenidlösungen einen erheblichen Vorteil dar.



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Rahmen für eine Elektrolysezelle aus einem synthetischen organischen Polymeren zur Bildung eines Gehäuses für eine Anode und eine Kathode und als Tragelement für eine Membrane, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen zusammen mit einem zusammenpassenden angrenzenden Rahmen, welcher eine Elektrode entgegengesetzten Vorzeichens wie diejenige, die dem ersten Rahmen näher ist, enthält, eine Elektrolysezelle (69) bildet, welche eine Anode (71), eine Kathode (73) und eine dazwischen angeordnete Membrane (75) enthält, wobei der Rahmen (15) Einlässe (159) und Auslässe (157) für die elektrolytischen Prozeßflüssigkeiten in Anolytabteile (135) und Katholytabteile (143) enthält, so daß die aus zwei angrenzenden Rahmen (15) gebildete Zelle mindestens einen Einlaß (133) in das Anolytenabteil, mindestens einen Auslaß (159) aus dem Anolytenabteil, mindestens einen Einlaß (141) in das Katholytenabteil und mindestens einen Auslaß (157) aus dem Katholytenabteil aufweist, wobei die einzelnen Einlässe und Auslässe mit den jeweiligen Kopfstücken oder Verteilern (147, 151, 149, 153, 155), die mit dem Zellrahmen integral sind, in Verbindung stehen.

2. Rahmen nach Anspruch 1 zur Verwendung für die Elektrolyse von wäßrigen Halogenidlösungen, dadurch gekennzeichnet, daß das synthetische organische Polymere Polypropylen ist, das mit einem Füllstoff aus der Gruppe Asbest, Glimmer, Kalziumsilikat, Talk und Gemischen davon gefüllt ist.

3. Rahmen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Form- bzw. Preßformkonstruktion in der Weise hat, daß seine Oberflächen polymerreicher sind als das Innere, um die Beständigkeit des Rahmens gegenüber dem damit in Berührung befindlichen Elektrolyten zu verbessern.
4. Rahmen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Konstruktionsmaterial etwa 15 bis 50% Kalziumsilikatfasern, Glimmerflocken oder ein Gemisch davon enthält und daß der Rahmen bei Verwendung in einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Chlor und Natriumhydroxid aus wäßrigen Natriumhydroxidlösungen verwerfungsbeständig ist.
5. Rahmen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der geformte Rahmen integrale äußere Ausrichtungs- und Befestigungseinrichtungen (53) aufweist, um einen Spannstab (33) in die richtige Lage zu bringen, der dazu verwendet wird, um eine Vielzahl von Rahmen (15) in Filterpressenbeziehung in einer Zusammenstellung mit mehreren Zellen zu halten.
6. Rahmen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß integrale äußere Ausrichtungs- einrichtungen gesondert von den Ausrichtungs- und Befestigungseinrichtungen vorgesehen sind, um die Rahmen (15) auf einer Vielzahl von sich horizontal erstreckenden Trägern während der Zusammenstellung zu tragen.
7. Rahmen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen eingeformte Halte-

rungseinrichtungen besitzt, um elektrische Leiter (77, 79) für die Elektroden in gewünschten Stellungen zu halten, und daß er Halterungseinrichtungen aufweist, um eine Zwischenhalterung für eine Elektrode an Ort und Stelle zu halten.

8. Rahmen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenhalterung von einer rechteckigen T-förmigen Bilderrahmenform ist, wobei der Schenkel der Oberseite des T horizontal ist und die Oberseite vertikal ist, wobei ein Teil der Oberseite so ausgebildet ist, daß er an dem Rahmen befestigt ist, und der andere so ausgebildet ist, daß er an der Elektrode befestigt ist, wodurch die Elektrode durch den T-Rahmen starr gemacht und auf diese Weise in der gewünschten Stellung gehalten wird.

9. Verfahren zur Herstellung eines Rahmens für eine Elektrolysezelle zur Elektrolyse von wäßrigen Natriumchloridlösungen, dadurch gekennzeichnet, daß man den Rahmen aus einem Gemisch aus Polypropylen und einem Füllstoff hierfür, wobei der Füllstoff aus der Gruppe Asbest, Glimmer, Kalziumsilikat, Talk und Gemischen davon ausgewählt wird, in Form eines integralen Elements von Teilen von zwei verschiedenen Zellen spritzgießt, wobei jeder Rahmen an einen anderen Rahmen unter Bildung einer vollständigen Zelle anschließbar ist und wobei die Rahmen und die gebildeten Zellen eingeformte Beschickungs- und Austragungsdurchgänge und Befestigungseinrichtungen, um die Zellteile zu halten, enthalten.

10. Rechteckiger Rahmen für eine Elektrode einer Elektrolysezelle zur Herstellung von Chlor, Natriumhydroxid und Wasserstoff aus wäßrigen Natriumchloridlösungen, dadurch gekennzeichnet, daß er so ausgebildet ist, daß er an einen Teil eines Zellenrahmens und an die Elektrode zur Verstärkung der Elektrode befestigt werden kann und daß er einen T-förmigen Querschnitt aufweist, wobei der Schenkel der Oberseite des T horizontal und die Oberseite davon vertikal ist.

11. Verfahren zur Elektrolyse von wäßrigen Natriumchloridlösungen, dadurch gekennzeichnet, daß man die Lösung einer Elektrolysespannung von 2,3 bis 6 V zwischen einer Anode und einer Kathode bei einer Temperatur von etwa 80 bis 95°C in einer Membranzelle unterwirft, wobei die Wände der Zelle aus geformtem Polypropylen bestehen, das mit einem Füllstoff aus der Gruppe Asbest, Glimmer, Kalziumsilikat, Talk und Gemische davon, gefüllt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandoberflächen polypropylenreicher sind als das Innere, um die Beständigkeit gegenüber dem damit in Kontakt befindlichen Elektrolyten zu verbessern, und daß das gefüllte Polypropylen etwa 15 bis 50% Kalziumsilikatfasern, Glimmerflocken oder Gemische davon enthält und beim Gebrauch verwerfungsbeständig ist.

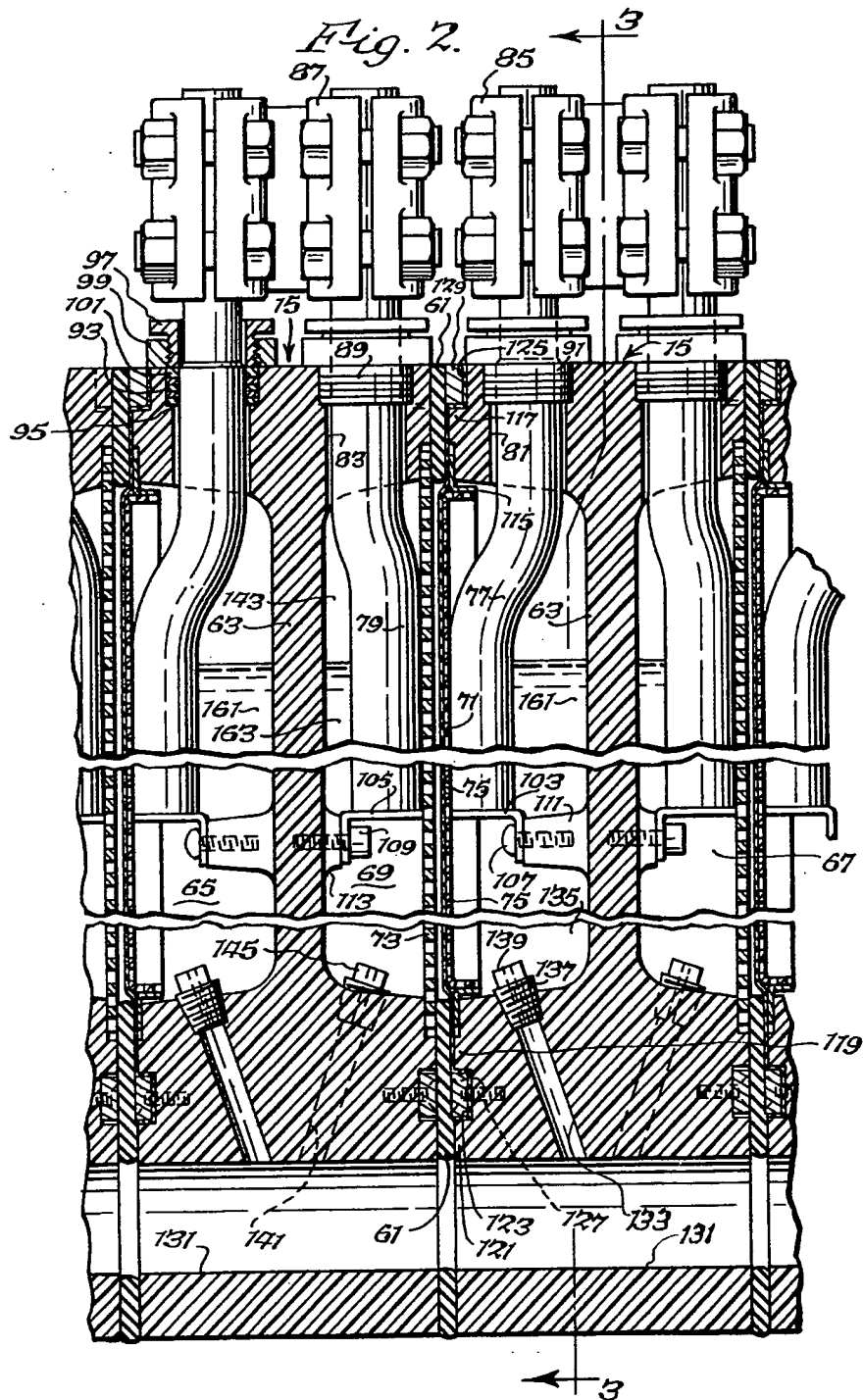
609821/0760



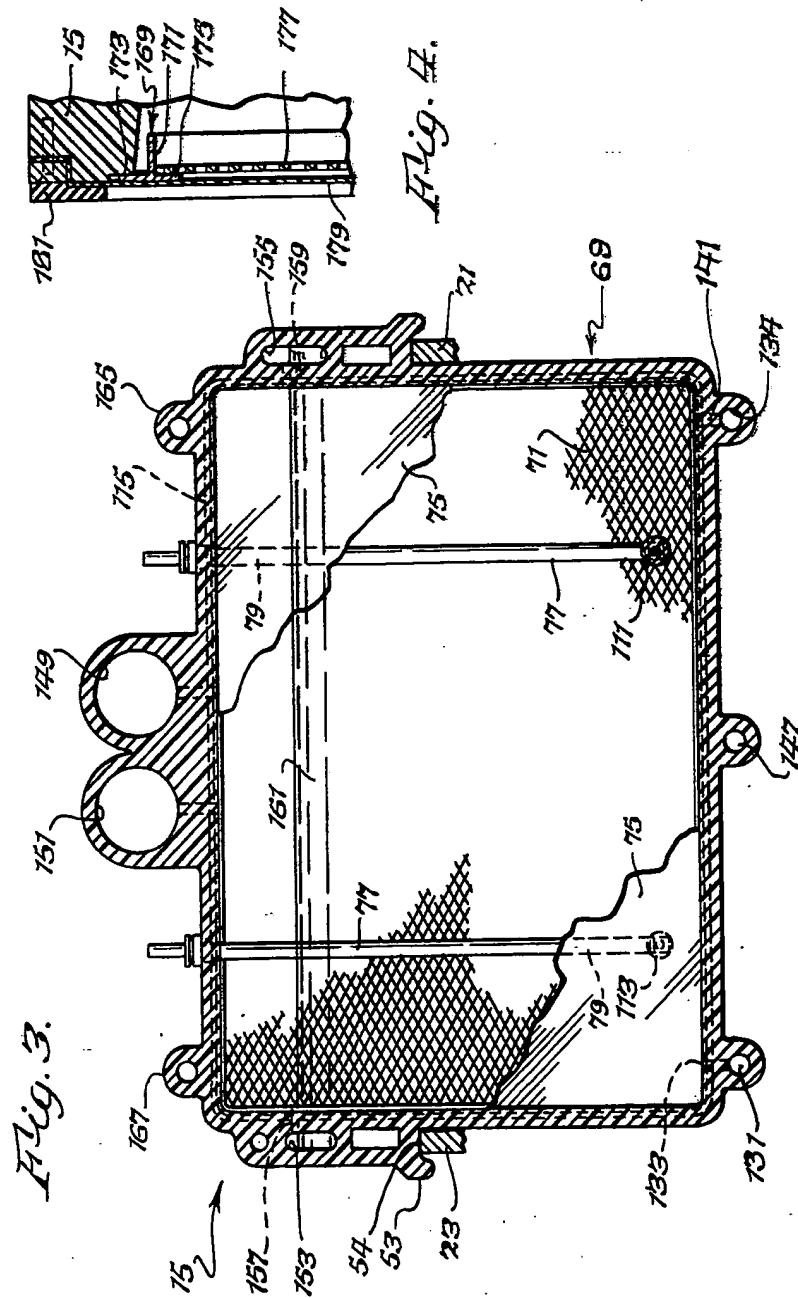
C25B 9-00 AT:14.11.1975 OT:20.05.1976

609821/0760

-43-



609821/0760



609821/0760